Aus der Universitäts-Hautklinik Tübingen
Direktor: Professor Dr. W. Schneider

Überwindung von Gipsverbänden mit Hilfe des Ultraschall-Impulsecho-Verfahrens zur Messung von Ödemen am Unterschenkel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Beate Athen, geb. Schüler
aus Mannheim

1969

Aus der Universitäts-Hautklinik Tübingen
(Direktor : Professor Dr.W.Schneider)

Überwindung von Gipsverbänden mit Hilfe des Ultraschall-Impulsecho-Verfahrens zur Messung von Ödemen am Unterschenkel.

Inaugural – Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnmedizin
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Beate Athen geb. Schüler
aus Mannheim

Dekan: Professor Dr.W.Graumann

1.Berichterstatter: Professor Dr.H.Fischer

2.Berichterstatter: Professor Dr.W.Schneider

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Meinem Großvater
Hermann Ankelen
gewidmet

An dieser Stelle möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr.H.Fischer für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung, sowie Herrn Professor Dr.W.Schneider für die Möglichkeit zu danken,in der Universitäts-Hautklinik Tübingen meinen Untersuchungen nachzugehen.

Inhaltsangabe

	Seite
Einleitung	1
Methodik	3
Arbeitsmodell	4
Ergebnisse	6
Versuchsanordnung I Reflexecho an verschieden dicken Gipsplatten	8
Versuchsanordnung II Durchschallen von verschieden präparierten Gipsplatten	11
Versuchsanordnung III Reflexecho des Mittelechos	14
Versuchsanordnung IIIa Reflexecho des Mittelechos	16
Versuchsanordnung IV Reflexecho durch ein Bohrloch in der Gipsplatte	18
Versuchsanordnung V Reflexecho durch ein Bohrloch (mit Kontaktgel)	20
Versuchsanordnung VI Reflexecho am Bein	23
Versuchsanordnung VII Reflexecho am Gipsbein durch ein Bohrloch (mit Kontaktgel)	24
Zusammenfassung	26
Literaturangaben	28

EINLEITUNG:

Die Verwendung des Ultraschall-Impuls-echo-Verfahrens zu diagnostischen Untersuchungen wurde in letzter Zeit mehr und mehr bekannt.

K.Th.Dussik hat im Jahre 1942 diese Methode erstmals zu diagnostischen Untersuchungen herangezogen; seither wurde sie u.a. in der Neurologie, Ophthalmologie und Cardiologie erfolgreich angewandt (Übers. s.b. Nover und Glanschneider).

H.Fischer und W.Schneider haben mit Hilfe des Ultraschall-Impulsecho-Verfahrens exakte Messungen von Unterschenkelödemen gemacht; darauf aufbauend hat sich ein neues Problem ergeben: Ist es möglich, auch durch Gipsverbände hindurch diese Messungen auszuführen und so Rückschlüsse auf den Schwellungszustand des unter dem Gipsverband liegenden Unterschenkels zu gewinnen?

Die Ultraschall-Diagnostik beruht auf den spezifischen physikalischen Eigenschaften der hochfrequenten Schallwellen, welche sich, ähnlich wie Lichtstrahlen, geradlinig ausbreiten, wenig streuen und wie diese an der Grenze zweier Medien mit unterschiedlichen akustischen Eigenschaften (z.B. Änderung der Dichte, der Absorption oder des Schallkennwiderstandes, sog. "akustische Impedanz") reflektiert, gebeugt und gebrochen werden.

Es gibt drei verschiedene Untersuchungsarten mit Ultraschall:

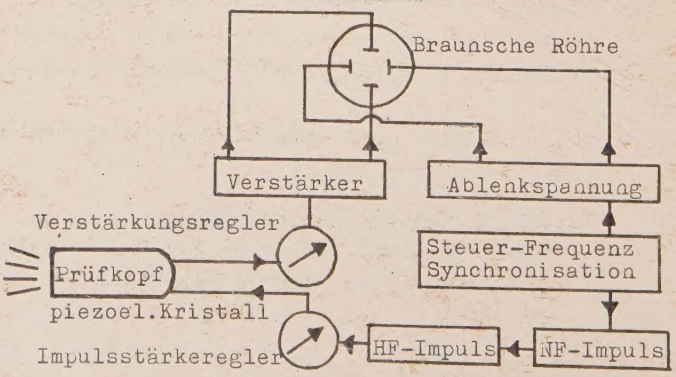
1. Das Durchschallungsverfahren
   Dabei verwendet man zwei Prüfköpfe, einen als Sender, den anderen als Empfänger.

2. Das Echo-Impuls-Reflexionsverfahren
   Hier sind Sender und Empfänger in einem Kristall untergebracht, welches die an einer Grenzfläche reflektierte Ultraschallenergie registriert.
3. Das Resonanzverfahren
   Der zu prüfende Gegenstand wird in Eigenschwingungen versetzt. Dieses Verfahren kann zur medizinischen Diagnostik nicht verwendet werden.

Das Durchschallungsverfahren war in den vorliegenden Versuchen nur zur Untersuchung einzelner Medien günstig, versagte jedoch bei den Wasserwannenversuchen restlos, da sich soviele Echos ausbildeten, daß eine exakte, reproduzierbare Bestimmung der einzelnen Echozacken auf dem Oszillographenbild unmöglich war.

Dagegen erwies sich das Echo-Impuls-Reflexionsverfahren als brauchbar. Da beim Letzterwähnten auch nur ein Prüfkopf benötigt wird, lassen sich die Messungen von einer einzelnen Person sehr viel leichter durchführen.

BLOCKSCHALTBILD DES ULTRASCHALL-IMPULSGERÄTES



METHODIK

Ein in einem Prüfkopf untergebrachter piezoelektrischer Wandler erzeugt (wie bei den therapeutischen Ultraschallgeräten) Schallwellen von biologisch unwirksamer Stärke (Baum, Jepsson) und sendet sie aus. Derselbe Prüfkopf empfängt auch wieder die Reflexionen. Letztere bewirken in Umkehrung des Erzeugungsvorganges im Kristall Schwingungen, auf denen wiederum Ladungsänderungen in der Kristalloberfläche basieren, die verstärkt und auf der Braunschen Röhre eines Kathodenstrahloszillographen sichtbar gemacht werden. Die Impulsfrequenz ist so geregelt, daß ankommende und ausgesandte Schallwellen ständig abwechseln. Es ist also im Bereich einer bestimmten Meßstrecke der reflektierte Impuls bereits eingetroffen, ehe der nächste ausgesandt wird. Die vertikale Ablenkung des Bildstrahles auf dem Leuchtschirm zeigt die aufgenommenen Impulse an, die horizontale Ablenkung erfolgt proportional der Laufzeit des Impulses. Das Gerät kann also in mm durchlaufener Strecke geeicht werden (Zeit-Amplitudentechnik). Bei ausreichend rascher Impulsfolge entsteht auf dem Leuchtschirm ein eindimensionales Bild. Eindringtiefe, Auflösungskraft und Tiefenauflösungsvermögen hängen u.a. von der Schallenergie, Frequenz und Impulsdauer ab (s.b. Jepsson oder Schiefer).

Die vorliegenden Untersuchungen wurden mit einem Siemens Echo-Encephalographen, System Krautkrämer, durchgeführt.

Der verwendete Prüfkopf hat einen Durchmesser von 20 mm und eine Frequenz von 2 mHz. Dieser Schallkopf erwies sich für das Durchdringen so vieler als auch verschieden stark dämpfender Medien (wie vor allem Luft und Gips) als besonders günstig, da er durchdringungskräftiger ist als die anfänglich benutzten Prüfköpfe von 4 bzw. 6 mHz. Die Entfernungen der auftretenden Reflexionszacken wurden nach jeweiliger Eichung entweder unmittelbar vom Leuchtschirm abgelesen oder in besonderen Fällen mit einer Polaroidkamera fotografiert.

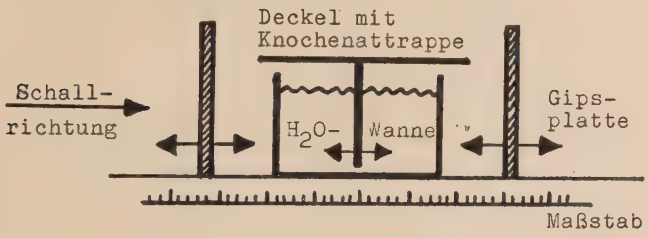
Wichtig ist, daß zur Erzielung möglichst hoher vertikaler Ausschläge der Schall nach Möglichkeit immer senkrecht auf die Reflexionsschicht auftreffen muß. Ist ein senkrechtes Auftreffen des Schalls gewährleistet, so kann aus der Höhe der Reflexionszacke auf dem Leuchtschirm auf die Echoqualität geschlossen werden; in welchem Maße ein Medium die Schallwellen resorbiert oder reflektiert .

BESCHREIBUNG DES ARBEITSMODELLS

Wie H.Fischer beschreibt, lassen sich Ödeme am Unterschenkel am besten über der medialen Tibiafläche messen. Nun fällt bei dieser Problemstellung besonders der Gipsverband ins Gewicht. Es sind also nacheinander folgende Medien von den Schallwellen zu durchdringen: Gipsverband, Luftbrücke, Haut, Gewebe und schließlich der Knochen.

Um nun diese einzelnen Medien getrennt und im Zusammenspiel auf das jeweilige "Schallverhalten" zu prüfen wurde folgendes Phantom gebaut:

Schema des Modells im Querschnitt



Eine mit Wasser gefüllte Plexiglaswanne soll Haut und Gewebe nachahmen. In dieser Wanne befindet sich die sogenannte Knochenattrappe, bestehend aus einer etwa 5 cm breiten und 0,5 cm dicken Plexiglasleiste, die an einem auf der Wanne verschieblichen Deckel befestigt ist. Die ganze Wanne ist auf einem Holzbrett montiert und wird von zwei Halterungen flankiert, die sich gegen die Wanne verschieben lassen und zur Befestigung von verschieden dicken Gipsplatten dienen. Der jeweilige Abstand Gipsplatte-Wanne läßt sich in mm genau an einem Maßband ablesen. Die einzelnen Gipsplatten sind auswechselbar.

Es besteht die Möglichkeit

1. die Gipsplatten auszuwechseln, also verschieden starke Gipsverbände zu untersuchen,
2. den Abstand Gipsplatte-Wanne zu variieren, d.h. den Abstand Gipsverband-Hautoberfläche, der sich ja im Falle einer Schwellung unter dem Gipsverband erheblich ändern kann,
3. den Abstand Knochenattrappe-Hautoberfläche (bzw. Wasserwanne) zu ändern, der sich ja ebenfalls bei einer Schwellung verändert.

Es wurden vier verschieden starke Gipsplatten aus herkömmlichem Gipsverbandmaterial verwendet.

Dicke des Verbandes in mm	Lagen des Verbandes
4	6-fach
5	8-fach
6	10-fach
8	12-fach

ERGEBNISSE

Abgesehen von allen anderen Versuchen wurden zunächst nur die Gipsplatten allein auf ihr Verhalten den Schallwellen gegenüber untersucht. Dazu wurden abwechslungs-

weise dicke und dünne Gipsplatten (s.o.) einer verschiedenen Vorbehandlung unterzogen. Es wurden jeweils trockene, nasse und paraffingetränkte Platten verwendet. Paraffin deshalb, weil sich bei den Tibiamessungen von H.Fischer dieses Material als gutes Kontaktmittel erwiesen hat.

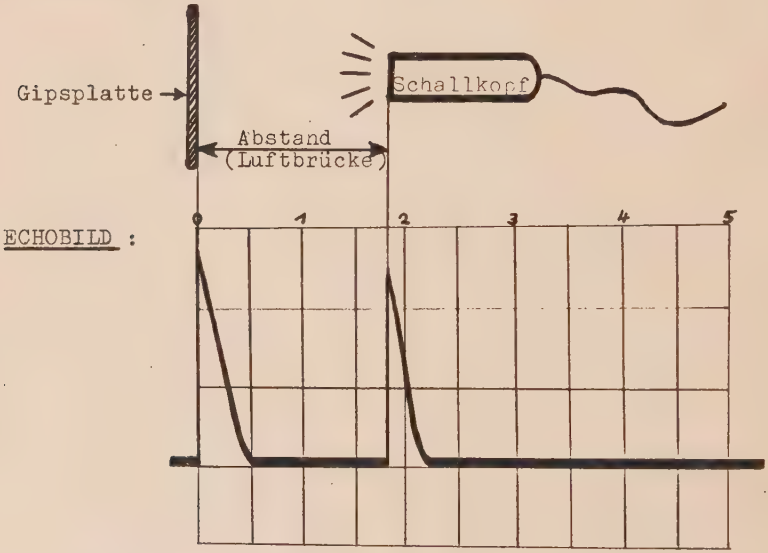
Zunächst wurden diese Messungen mit dem Echo-Impuls-Reflexionsverfahren vorgenommen. Dabei wurde der Prüfkopf direkt auf die Gipsplatte aufgesetzt und dann langsam entfernt. Auf diese Weise ist es möglich, gleichzeitig die maximale Luftbrücke zu ermitteln, die mit den Schallwellen auszuloten ist, um immer noch ein gutes Echo zu erhalten. Es mußte jedoch darauf geachtet werden, daß die Schallwellen senkrecht auf die Gipsplatten trafen.

Im Bereich von 0 bis 0,4 cm Luftabstand fällt die Reflex-Echo-Zacke der Gipsplatte mit der Eingangsimpulszacke zusammen. Es läßt sich also in diesem Bereich keine exakte Angabe über einen Abstand machen, es sei denn, das Reflexecho erscheint im absteigenden Schenkel der Eingangsimpulszacke.

VERSUCHSANORDNUNG I

Reflexecho an verschieden dicken Gipsplatten

VERSUCHSBILD:



Echobild zu Versuchsanordnung I

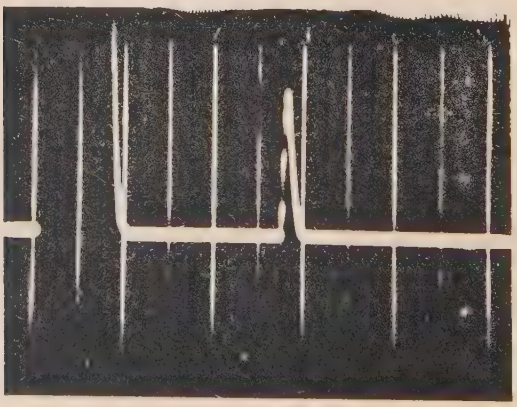


TABELLE I

Grundeinstellung des Gerätes: Verstärkung 10 SKT
Tiefenausgleich 5 SKT
Impuls 5 SKT
Prüfbereich 100x2

Art der Vorbehandlung der Gipsplatten	Gipsdicke mm	Luftabstand cm	Qualität des Reflex-Echos cm	
			Höhe	Abstand
dick, trocken	8	4	1,5	0,5-2
dünn, trocken	4	4	1,5	0,5-2
dick, nass	8	4	3	0,5-2,5
dünn, nass	4	4	3	0,5-2,5
dick, paraffingetränkt	8	4	4	0,5-3
dünn, paraffingetränkt	4	4	4	0,5-3
Wasserwanne	80	5	4	0,5-4,5
Plexiglasstab	5	5	4	0,5-4,5

SKT = Skalenteile

Die Tabellenwerte in der Spalte unter Luftabstand bezeichnet die Distanz zwischen Gipsplatte und Schallkopf, innerhalb derer gerade noch ein Echo abgelesen werden konnte. Unter "Qualität des Reflexechos" versteht man die Höhe der Reflexionszacke, wenn der Schall senkrecht auf das Medium trifft. Die erste Zahl unter der Rubrik "Qualität" bezeichnet also die Höhe der Reflexionszacke in cm. Die beiden anderen Zahlen drücken den Abstandsbereich aus, in dem die Reflexionszacke ihren maximalen Ausschlag hat.

Bei einer trockenen Gipsplatte von 8 mm Dicke ist demnach ein Reflexecho im Abstand von 0 bis 4 cm zu verzeichnen; die größte Höhe von 1,5 cm erreicht die Reflexionszacke im Abstand von 0,5 bis 2 cm. Beim Abstand von 2 cm wird sie kleiner und verschwindet bei 4 cm ganz.

Auswertung Tabelle I

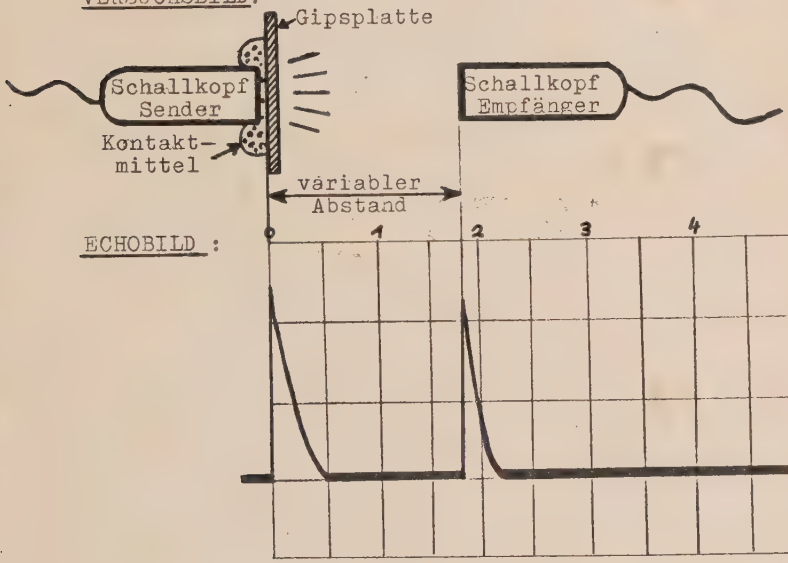
Die Reflex-Echo-Qualität läßt sich durch Vorbehandlung der Gipsplatten mit Wasser oder Paraffin erheblich verstärken. Am besten war das Reflexionsecho bei Plexiglas, was wohl von der glatten Oberfläche und der akustischen Impedanz herrührt. Diese Tatsache ist bei dem verwendeten Phantom von Wert, da die Knochenattrappe aus Plexiglas bestand.

Die folgende Messung wurde nach dem Durchschallungsverfahren durchgeführt. Dabei befand sich der Sender an der einen Seite der Gipsplatte. Als Kontaktmittel zwischen Sender und Gipsplatte diente ein wasserlösliches Transmissionsgel ("Aquasonic", Fa. Parker). Der Empfänger auf der anderen Seite der Gipsplatte war frei beweglich. Nun wurden zunächst beide Prüfköpfe auf die Gipsplatte aufgesetzt, und dann wurde der frei bewegliche Empfänger auf den größtmöglichsten Abstand entfernt, d.h. so weit, wie gerade noch ein Echo auf dem Bildschirm zu erkennen war.

VERSUCHSANORDNUNG II

Durchschallen von verschieden präparierten Gipsplatten

VERSUCHSBILD:



ECHOBILD :

TABELLE II

Grundeinstellung des Gerätes:

Verstärkung	: 10 SKT
Tiefenausgleich:	0 SKT
Impuls	: 5 SKT
Prüfbereich	: 100x1

SKT = Skalenteile

Art der Vorbehandlung der Gipsplatten	Gipsdicke mm	max. Abstand cm	Echo-Qualität
Gips trocken	4	4	sehr gut
	5	3,5	sehr gut
	6	3,5	sehr gut
	8	1,5	gut
Gips paraffiniert	4	3	gut
	5	2,5	gut
	6	2,5	gut
	8	1,5	mäßig
Gips naß	4	1,5	mäßig
	5	1,5	mäßig
	6	(0,5)	nur mit Kontaktgel auf beiden Seiten gut
	8	(0,5)	
Plexiglas	5	8	sehr gut
Kopf-Luft-Kopf		9	sehr gut

Auswertung Tabelle II

Im Gegensatz zur ersten Messung zeigte sich, daß beim Durchschallungsversuch die mit Paraffin oder Wasser vorbehandelten Gipsplatten die Schallwellen stärker absorbieren als trockene Gipsplatten. Aus diesem Grunde wurden bei den folgenden Messungen trockene Gipsplatten verwendet, da auch noch hinter dem Gips brauchbare Echos erzielt werden konnten. Natürlich beeinträchtigt auch hier die Gipsplattendicke selbst die Echoqualität, was beim Reflexecho nicht in Betracht fällt.

Der Versuch III soll das "Schallverhalten" der Gipsplatten am Phantom zeigen. Es wurden je vier verschiedene Gipsplatten in das Phantom eingesetzt. Und zwar wurde das wasserlösliche Kontaktgel sowohl zwischen den Schallkopf und die Gipsplatte als auch zwischen die Gipsplatte und die Wasserwanne gebracht. Es zeigte sich auf diese Weise ein Reflexecho von der Plexiglasleiste in der Mitte der Wasserwanne. Diese Echozacke wurde zum besseren Verständnis "Mittelecho" genannt.

Die Höhe dieses Mittelechos wurde als Qualitätsbegriff gewählt. Und zwar wurde die Höhe des Mittelechos mit Hilfe des Verstärkerknopfes immer auf 2 cm Höhe einreguliert, so daß man aus den Verstärkerwerten direkt ablesen konnte, welches Material am stärksten die Schallwellen absorbiert. Ist also der Verstärkerwert hoch, werden viele Schallwellen von der Gipsplatte absorbiert, ist der Verstärkerwert aber niedrig, werden wenig Schallwellen absorbiert.

VERSUCHSANORDNUNG III

Reflexecho des Mittelechos (Plexiglasleiste)

VERSUCHSBILD:

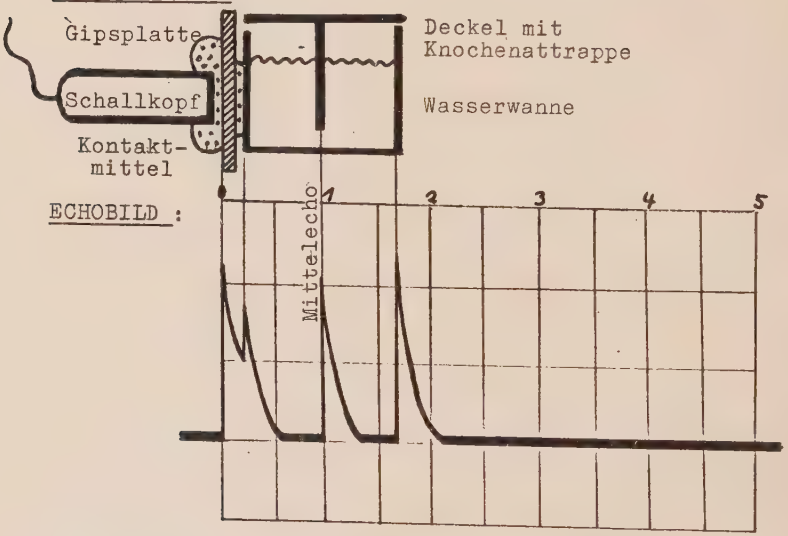


TABELLE III

Grundeinstellung des Gerätes:

Tiefenausgleich: 0 SKT
Impuls : 5 SKT
Prüfbereich : 100x1

Vorbehandlung der Gipsplatten	Gipsdicke mm	Höhe des Mittelechos cm	Verstärkung SKT
trocken	4	2	4
	5	2	6
	6	2	6
	8	2	9
naß	4	2	7
	5	2	10
	6	0	10
	8	0	10
paraffiniert	4	2	7
	5	2	7
	6	2	8
	8	2	10

Auswertung Tabelle III

Anhand der Verstärkerwerte läßt sich feststellen, daß genau wie beim Durchschallungsversuch trockene Gipsplatten weniger Schallwellen absorbieren als nasse oder paraffingetränkte Gipsplatten. Es empfiehlt sich also, für die Versuche trockene Gipsplatten zu verwenden, da diese ja in erster Linie von Schallwellen durchdrungen werden sollen, um von der Hautoberfläche und dem Knochen ein Echo zu erhalten.

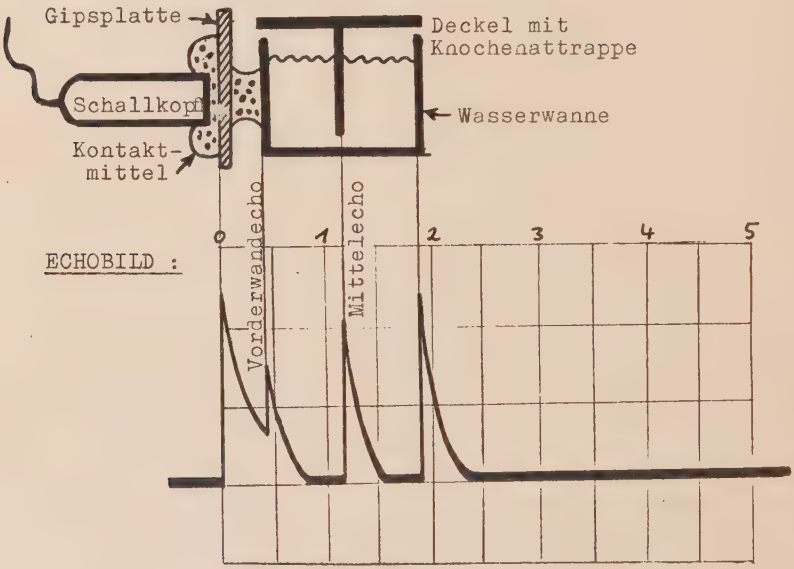
Wie schon eingangs erwähnt, war das Durchschallungsverfahren an der Wasserwanne nicht brauchbar, da zu viele Reflexionen und stehende Wellen entstanden.

Beim Versuch IIIa wurden die Gipsplatten von der Wasserwanne etwas entfernt, also der Abstand Gipsplatte-Wasserwanne variiert, was bei einer eventuellen Schwellung des Beines dem variablen Abstand Gipsverband-Hautoberfläche gleichkommt. Leider schlugen diese Versuche fehl. Sobald die Gipsplatte einige mm von der Wand der Wasserwanne entfernt wurde, erlosch das Mittelecho. Mit Hilfe des Kontaktgels zwischen Gipsplatte und Behälterwand war es möglich, die Platte etwa 5 mm von der Behälterwand abzurücken. Dadurch wurde nicht nur ein gutes Mittelecho der Knochenattrappe sondern auch ein Echo der Behälterwand erreicht. Letzteres fiel durch das Abrücken der Gipsplatte nicht mehr mit dem Eingangsecho zusammen und war auf dem Bildschirm gut zu erkennen.

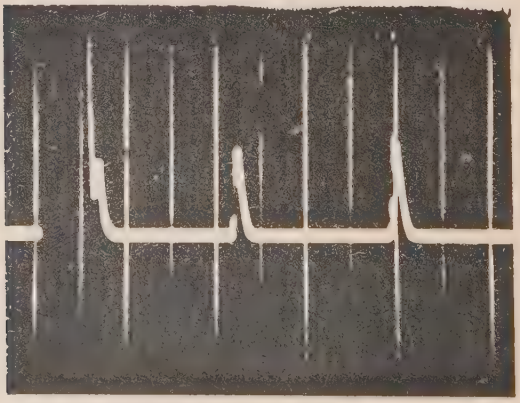
VERSUCHSANORDNUNG IIIa

Reflexecho des Mittelechos

VERSUCHSBILD:



Echobild: zu Versuchsanordnung IIIa



Leider erloschen diese Echos beim weiteren Abziehen der Gipsplatten sofort, wenn die Verbindung der Gipsplatte mit dem Plexiglasbehälter durch das Kontaktgel abriss, so dass zwischen Gipsplatte und Behälterwand ein freier Luftraum auftrat. Dieser Raum, der für eine Ödemmessung am Bein entscheidend wäre, ließ sich auf keine Weise überbrücken. Dadurch, dass offensichtlich die Gipsplatte und die anschliessende Luftbrücke zu viele Schallwellen absorbieren, konnte weder ein Wand- noch ein Mittelecho reflektiert werden.

Zur Überbrückung dieses Luftraumes müsste daher ein mit Kontaktmittel gefülltes Plastik-Kissen mit eingegipst werden, welches ausserdem an der Haut und an der Innenseite des Gipsverbandes anzukleben wäre, um den Bewegungen der Haut folgen zu können. Ein anfänglicher Pelotteneffekt wäre dabei aber nicht zu vermeiden. Dieser würde jedoch die Messungen verfälschen.

Es blieb daher nichts anderes übrig, als den Gipsverband zu durchbohren. Durch das Bohrloch war es mittels einer Kanüle möglich, ein Depot des Kontaktgels unter den Gipsverband zu bringen, oder sozusagen mit einem Richtstrahl den freien Abstand bis zur Hautoberfläche und gegebenenfalls den Gewebe-Abstand bis zum Knochen zu messen.

Dabei erhob sich die Frage, wie groß der Durchmesser des Bohrloches beschaffen sein müsste, um allen Anforderungen gerecht zu werden.

Zunächst wurden verschieden große Löcher in die einzelnen Gipsplatten gebohrt und dabei erneut der Versuch gemacht, die Gipsplatten von der Gefäßwand abzuziehen. Mit dem Reflex- Impuls - Echo -Verfahren wurde dabei der Abstand Gipsplatte - Gefäßwand gemessen. Zuerst wurde kein Kontaktgel verwendet; daher konnte auch nur ein Echo von der Gefäßwand (also kein Mittelecho der Knochenattrappe) erreicht werden.

VERSUCHSANORDNUNG IV

Reflexecho durch ein Bohrloch in der Gipsplatte (ohne Kontaktgel)

VERSUCHSBILD:

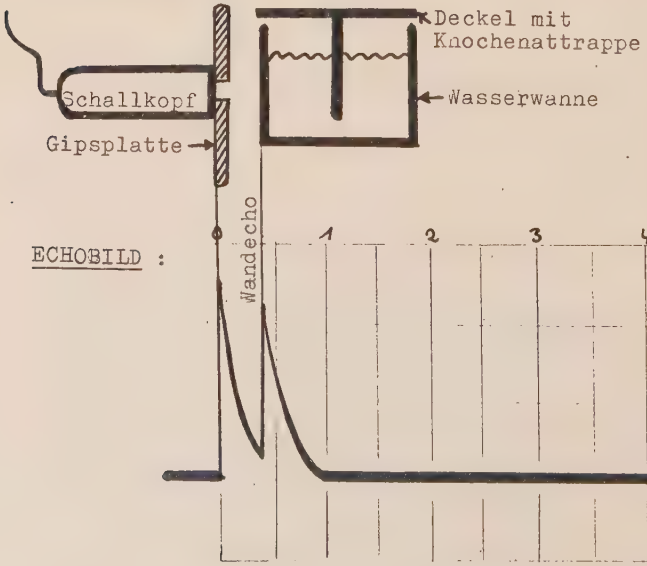


TABELLE IV

Grundeinstellung des Gerätes:

Verstärkung : 10 SKT
Tiefenausgleich: 0
Impuls : 5 SKT
Prüfbereich : 100 x 2

Gips - dicke mm	Durchmesser des Loches mm	Abstand Schallkopf-Wand/mm	Echo-qualität
5	1	0	
5	3	11	sehr
5	5	17	gut
5	10	30	
8	1	0	
8	3	10	sehr
8	5	15	gut
8	10	25	

Auswertung der Tabelle IV

Hier zeigt sich wie erwartet, dass die Echoqualität von der lichten Weite dieser Öffnung und von der Dicke der Gipsplatte abhängt. Je größer der Durchmesser des Bohrloches einerseits und je dünner der Gipsverband andererseits ausfallen, desto mehr konnte der Abstand Schallkopf-Wanne variiert werden.

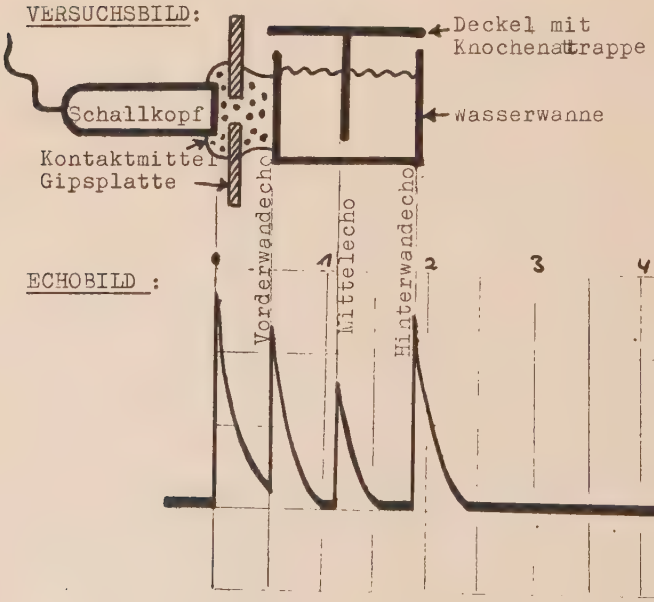
Zur Verbesserung der Meßergebnisse wurde der gleiche Versuch mit Kontaktgel gemacht(Nr. V). Dabei ist wieder bemerkenswert, dass sowohl ein Vorder- und Rückwandecho des Gefäßes, als auch ein Mittelecho der Knochenattrappe erzielt werden kann. Das ist insofern beachtenswert, als ein Abstand Gefäßvorderwand - Mittelecho, was einem Abstand Hautoberfläche - Knochen gleichkäme, die besten Anhaltspunkte über eine eventuelle Ödemmessung bringt.

Bei dieser Messung konnten die einzelnen Echos genau geortet werden. Sogar bei dicken Gipsplatten konnte ein Echo von der Rückseite der Gipsplatte erzielt werden.

VERSUCHSANORDNUNG V

Reflexecho durch ein Bohrloch in der Gipsplatte (MIT Kontaktgel)

VERSUCHSBILD:



ECHOBILD zu Versuchsanordnung V

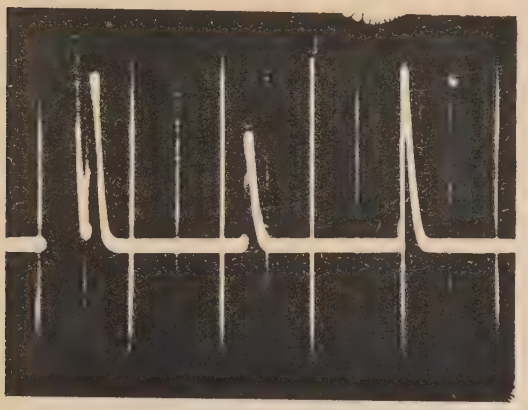


TABELLE V:

Grundeinstellung des Gerätes:

Verstärkung : 10 SKT
Tiefenausgleich: 0
Impuls : 5 SKT
Prüfbereich : 100 x 1

Gipsdicke mm	Abstand Schallkopf-Wand d.Wanne mm	Durchmesser des Bohr - loches mm
5	5	1
5	5	3
5	7	5
5	10	10
8	5	1
8	5	3
8	6	5
8	12	10

Bei größerem Abstand Gipsplatte-Gefäßwand zerläuft das Kontaktmittel und erschwert somit die Messungen. Es könnten sonst auch größere Abstände überbrückt werden. Aus diesen Überlegungen wurde an dieser Stelle noch eine andere Überbrückungsmöglichkeit gesucht. Es wurde versucht, das Kontaktgel durch einen mit Wasser gefüllten Fingerling zu ersetzen, der über den Meßkopf gezogen wird und dann wie ein tastender Finger den Kontakt zur Haut herstellt. Tatsächlich wurden auf diese Weise sehr gute Echos sowohl von der Haut, als auch vom Knochen erzielt. Die Öffnung im Gipsverband muss dann aber auf einem Durchmesser von 2 cm erweitert werden, was sich wegen der Gefahr eines Fensterödems nicht empfiehlt.

Diese Modellversuche auf das Bein übertragen ergaben folgende Überlegungen:

Es hat sich herausgestellt, dass die Echoqualität an der Haut infolge der größeren Streuung wesentlich schlechter ist, als am Plastikmodell. Es wurden daher im Versuch VI Verbesserungsmöglichkeiten des Hautoberflächenechos gesucht.
Die Haut wurde verschiedenen Vorbehandlungen unterzogen:

1.) Mit Paraffin eingerieben,
2.) mit einer dünnen Plastikfolie beklebt,
3.) mit wasserdichtem Leukoplast beklebt.

Dadurch kann die Echoqualität verbessert und die Meßstrecke erheblich vergrößert werden. Die aufgeklebten Folien-oder Leukoplast-Stückchen brauchen dabei nicht größer als 1 cm^2 zu sein.

VERSUCHSANORDNUNG VI

Reflex-Echo am Bein (ohne Kontaktgel bei fehlendem Gipsverband).

VERSUCHSBILD:

ECHOBILD :

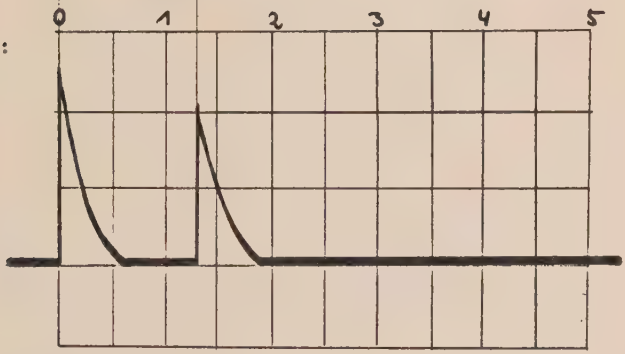


TABELLE VI

Grundeinstellung des Gerätes

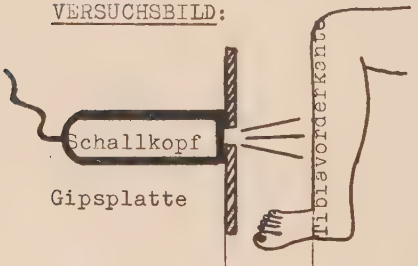
Verstärkung : 10 SKT
Tiefenausgleich: 0
Impuls : 5 SKT
Prüfbereich : 100 x 1

Abstand: Prüfkopf -	
nackte Haut	12 mm
Haut mit Paraffin	15 mm
Haut mit Leukoplast	20 mm
Haut mit Plastikfolie	25 mm

Natürlich muß hier der fehlende Gipsverband in Betracht gezogen werden; bringt man bei der vorausgegangenen Messung eine Gipsplatte zwischen Prüfkopf und Bein, so verringert sich die Meßstrecke erneut (siehe Tabelle VII).

VERSUCHSANORDNUNG VII
Reflex-Echo am Gipsbein durch ein Bohrloch (ohne Kontaktmittel)

VERSUCHSBILD:



ECHOBILD :

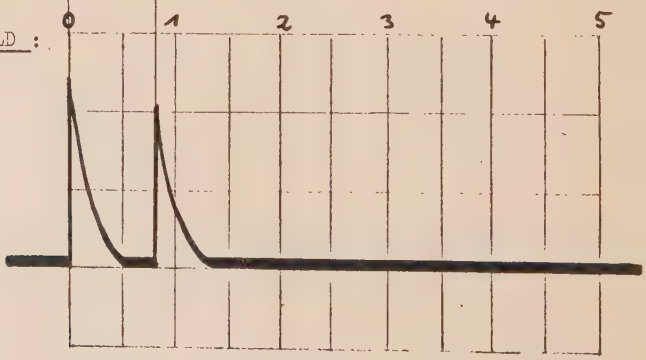


TABELLE VII

Grundeinstellung des Gerätes:

Verstärkung : 10 SKT
Tiefenausgleich: 0
Impuls : 5 SKT
Prüfbereich : 100 x 1

Lochdurchmesser	0,5 cm	1 cm
Abstand: Prüfkopf -		
nackte Haut	7 mm	10 mm
Haut mit Paraffin-Öl	10 mm	12 mm
Haut mit Leukoplast	12 mm	18 mm
Haut mit Plastikfolie	15 mm	20 mm

Um auch ein Haut-und Knochenecho zu erzielen bedarf es der Zwischenschaltung des Kontaktgels. Sollte es sich günstig zeigen, die Öffnung im Gipsverband noch mehr zu erweitern, so muß nach dem Versuch das Gipsstückchen wieder eingesetzt und mit Hilfe von Leukoplast fixiert werden,um unbedingt ein Fensterödem zu vermeiden.

Mit Hilfe des Kontaktmittels ist durch ein Bohrloch von o,5 cm bis 1 cm Durchmesser ein recht gutes Reflex-Echo von der Hautoberfläche und vom Knochen zu erhalten. Der Vorteil des Kontaktgels besteht darin, dass sich der Haut-Knochenabstand bestimmen läßt, der unmittelbar der Stärke des Ödems entspricht. Notfalls genügt es aber auch, wenn die Entfernung Hautoberfläche - Gipsverband bestimmt wird, da die Änderung dieser Strecke ebenfalls ein indirektes Maß für die Beschaffenheit eines Ödems darstellt.

ZUSAMMENFASSUNG :

Mit der vorliegenden Arbeit wurde versucht, eine Methode zu finden, mit der ein Ödem auch im Gipsverband gemessen werden kann. Dabei wurden verschieden starke und verschieden vorbehandelte Gipsplatten auf ihr Verhalten den Schallwellen gegenüber untersucht. Die beste"Qualität" zeigt das Reflex-Echo bei einer paraffingetränkten Gipsplatte. Der Luftabstand Platte-Schallkopf kann bei diesem Anschallungs-Versuch bis zu 4 cm betragen. Ein Durchschallen der Gipsplatte ohne Kontaktgel ist nicht gelungen, da die Platten zu viele Schallwellen absorbierten, zumal wenn sie mit Wasser oder Paraffin vorbehandelt waren.

Im Modellversuch zeigte sich das Reflex-Echo auch mit vorgeschalteten Gipsplatten als brauchbar, jedoch nur wenn ein Kontaktmittel zwischen Platte und Behälterwand vorhanden war. Dieser Raum, der ja gerade für eine Ödemmessung am Patienten wichtig wäre, muß also meßbar gemacht werden.

Es wurde daher der Gipsverband angebohrt, um mit einem Richtstrahl bis zur Hautoberfläche zu schallen oder aber den Kontakt mittels eines eingespritzten Kontaktgels zu verbessern. Es zeigte sich dabei, dass die Echoqualität sehr stark von der lichten Weite der Öffnung(1 bis 1o mm) und von der Gipsdicke (5 und 8 mm) abhängt.

An der Haut ist die Echoqualität infolge der größeren Streuung wesentlich schlechter, als am Modell. Daher wurde durch eine Vorbehandlung der Haut mit Paraffin

bzw. Plastikfolie das Hautoberflächen-Echo verbessert.

Da das Echo abreißt,wenn sich zwischen Gipsverband und Haut ein Luftraum befindet, bleibt für die praktische Ödemmessung nur eine Fensterung des Gipsverbandes.Bei Verwendung eines Kontaktgels,zur Herstellung einer unmittelbaren Verbindung zwischen Schallkopf und Haut genügt eine Öffnung von 5mm .Wenn über den Schallkopf ein Gummifingerling gestülpt wird,kann auch Wasser als Kontaktmedium verwendet werden,jedoch muß das Fenster im Gipsverband vergrößert werden.Man erhält dabei sowohl ein Haut- als auch ein Knochenecho.Zur Vermeidung eines Fensterödems empfiehlt sich in diesem Fall ein herausnehmbares Fenster.

LITERATUR-VERZEICHNIS

1.) K.BARBEY und W.ADAM
Die Messung von Druckvolumendiagrammen am Bein.
I. Zur methodischen und individuellen Streu-Breite und deren Ursache.
Arch. klin.exp.Dermat.222: 574 bis 579(1965)

2.) G.BAUM und I.GREENWOOD
The application of ultrasonings locating techniqus to ophthamology. Theoretic considerations and acoustic properties of ocular media.
Amer.I.Ophth. 46: 319 (1958)

3.) K.Th.DUSSIK
Über die Möglichkeit hochfrequente mechanische Schwingungen als diagnostische Hilfsmittel zu verwenden.
Z.ges.Neurol. 174: 153 (1942)

4.) St,JEPPSON
Echo -encephalography. IV The midline echo; an evaluation of its usefullness for diagnosing intracranial expasnivities and an investigation into its Sources
Acta chir.scand.Suppl. 272,(1961)

5.) H. R.MÜLLER
Zur Echoencephalographie; ihre Indikation beim Schädel-Hirn-Trauma
Schweiz.med.Wschr. 94: 119(1964)

6.) A.NOVER und D.GLANSCHNEIDER
Ultraschalldiagnostik intraokularer Tumoren
Fortschr.med. 83: 433 (1965)

7.) A. OKSALA
Die Ultraschalldiagnostik von Augenkrankheiten
SRW-Nachrichten 4: 19 (1963)

8.) I. PAERISCH und M. PAERISCH
Messung der Schichtenstärke des menschlicchen Unterhautfettgewebes mit dem Ultraschall - Impulsechoverfahren
Pflügers Arch. Physiol. 276: 437 (1962/63)

9.) W. SCHIEFER;E.KATZNER u. H. BRÜCKNER
Welche diagnostischen Möglichkeiten bietet die Echoencephalographie?
Fortschr.Neurol.Psychiatr. 31: 457 (1963)

1o.)W.SCHIEFER und E. KAZNER
Die Echoencephalographie
Dtsch. med. Wschr. 1394 (1964)

11.)H. TRONNIER u. H. FISCHER
Zur Differenzierung cutaner Zustandsänderungen unter verschiedenen Stauungsbedingungen
Dermatologica (Basel)

12.)W. UMBACH u. M. KLEY
Untersuchungen mit Ultraschall zur Diagnose und Verlaufskontrolle des kindlichen Hydrozephalus
Dtsch.med.Wschr. 1313 (1965)

Lebenslauf

Am 29. Mai 1942 wurde ich, Beate Athen geb. Schüler, Tochter des Dipl.ing. Dr.Gerhard Schüler und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Ankelen als einziges Kind in Mannheim geboren.

In Stuttgart besuchte ich die Grundschule von 1949 bis 1953, dann das Heidehof-Gymnasium für Mädchen, mathematisch-naturwissenschaftlicher Zweig.

Am 14.3.1962 erlangte ich dort das Zeugnis der Reife.

Im Mai 1962 begann ich in Tübingen das Studium der Zahnmedizin und legte am 16.2.1966 dort die zahnärztliche Vorprüfung ab. Mein Staatsexamen beendete ich im Dezember 1968.

Am 25.8.1967 schloß ich die Ehe mit Dr.med.Bernd Athen.

Druckbüro Frau Elly HUTH, 74 Tübingen